

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2010230524

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

热电厂生产受控管理系统的设计与实现

Design and Implementation of Supervisory Information  
System for Thermal Power Plant

李晨

指 导 教 师 : 吴 清 锋 副 教 授

专 业 名 称 : 软 件 工 程

论文提交日期 : 2 0 1 3 年 3 月

论文答辩日期 : 2 0 1 3 年 月

学位授予日期 : 2 0 1 3 年 月

指 导 教 师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2013 年 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（    ✓    ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

## 摘要

国家和中石油集团公司都提出了节能降耗目标,热电厂生产受控管理系统可以通过性能计算进行寻优来优化机组的运行,在保证机组安全可靠的基础上,使机组运行在最佳经济状态,进而达到节能降耗的目的。由于热电厂生产受控管理系统能够大大提高发电厂生产运行管理水平,因此,非常有必要在电厂实施厂级监控信息系统,这也是目前很多电厂实施生产受控管理系统的最主要原因。

热电厂与生产相关一些系统建立时间较早,虽然在功能上不断的完善,但已不能很好的满足实际需求,且很多生产相关的工作主要依托论坛进行发布通告,无法及时的给生产决策者提供基础数据分析、查询统计、汇总上报等功能。为奠定热电厂安全生产科学管理的数据基础、建立生产信息管理平台,响应中央提出的降低生产能耗、提高生产效率的精神,因此生产受控系统的建立尤为重要。

基于上述背景,根据生产过程受控的先进理念,本文设计和实现面向热电厂的生产受控管理系统。论文的主要内容包括:

(1) 主要介绍了项目的研究背景,热电厂的发展现状,以及研究的意义,描述了论文的主要工作和论文的组织结构。

(2) 分析了系统的设计原则和设计目标,对系统的建设进行了整体的分析。主要包括:系统功能需求分析和性能需求分析。

(3) 在描述系统设计原则的基础上,进行了系统设计,包括系统体系结构设计、网络架构设计、系统功能设计、系统流程设计和系统数据库设计。

(4) 对系统的若干关键模块模块进行实现和测试,主要包括:设备试运行子模块、生产计划子模块、隐患整改子模块等,并通过界面的形式展示了系统的实现成果。

(5) 对系统进行相关测试,包括硬件测试、软件测试、功能性测试和性能测试。测试结果表明,达到了系统预期目标,满足了用户需求。

热电厂生产受控管理系统的实施,充分发挥企业生产受控及管理方面的效能和效率,使得热电厂的自动化水平大大提高,能够帮助生产运行人员和生产管理人员及时了解生产运行状况,提高了电厂运行的安全性、可靠性和稳定性。

**关键词:** 生产项目动态管理; 设备试运行; 小指标管理

## **Abstract**

China National Petroleum Corporation have put forward to the objective of energy-saving and cost-reducing , through the performance optimization calculation, thermal power plant production management system can control the operation of the unit security and reliability, maintain the productive process under the best energy conservation status, thus achieve the purpose of energy-saving and reducing consumption. thermal power plant production management system can dramatically enhance the operation management level of power plant production, it is quite necessary to implement production monitoring information system in power plant, meanwhile, there are many other power plants adopt production management system.

Thermal power plant and related system setup existing production management system in earlier years, although some function modules continuously optimized, but existing production management system meet the actual need on some occasion, some production notification rely on BBS for transmission. In addition, the production administrator can not receive basic data analysis, inquiry statistics, and the summary report in time. in order to guarantee security of routine production in thermal power plant , set up production information management platform, and in response to the call of energy-saving and cost-reducing, improve the production efficiency, the establishment of production information management system is dramatically significant.

Based on the above background, according to the concept of under control production processes, we design a production management system for thermal power plants. The main contents of the dissertation include:

(1) The research background of the project, the present status of the Thermal Power Plant, and the significance of the study, and then we describe the main contents and the organizational structure of the dissertation.

(2) Analysis of the system design principles, and the requirements analysis of the system, Including: system functional requirements analysis and performance requirements analysis.

(3) On the basis of the system requirements analysis, we present system design, including: system architecture design, network design, system function design, process design and database design. .

(4) Some key modules of the system including: commissioning module, production planning module, risk rectification module and displayed the results by the form of interface.

(5) Evaluation of system test, including hardware testing, software testing, functional testing and performance testing. The test results show that the system meet the user's needs.

The implementation of the controlled management system dramatically enhance the effectiveness and efficiency of controlled and management level, with the thermal power plant automation degree has greatly improved, the system can help production operators and production managers keep abreast of the production, ensure power plant operation security, reliability and stability.

**Keywords:** Supervisory Information System; Equipment Commissioning; Small Index Management

## 目 录

<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 项目研究背景和意义 .....	1
1.2 国内研究现状 .....	2
1.2.1 SIS 的发展 .....	2
1.2.2 热电厂生产受控系统 .....	3
1.3 本文的主要工作 .....	3
1.4 论文组织结构 .....	4
<b>第二章 相关技术介绍 .....</b>	<b>5</b>
2.1 系统开发模式 .....	5
2.2 系统架构技术 .....	7
2.3 开发技术 .....	9
2.4 数据库技术 .....	9
2.5 系统建模语言 .....	10
2.6 本章小结 .....	11
<b>第三章 系统需求分析 .....</b>	<b>12</b>
3.1 系统概述 .....	12
3.1.1 系统目标 .....	12
3.1.2 系统用户范围分析 .....	12
3.2.3 系统开发要求 .....	13
3.2 系统功能需求分析 .....	14
3.2.1 系统功能概述 .....	14
3.2.2 系统角色分析 .....	16

---

3.2.3 系统用例分析 .....	17
3.3 系统性能需求分析 .....	23
3.4 本章小结 .....	24
<b>第四章 系统设计 .....</b>	<b>25</b>
4.1 系统设计原则 .....	25
4.2 系统体系结构设计 .....	26
4.3 系统网络架构设计 .....	26
4.4 系统功能设计 .....	28
4.4.1 设备试运行 .....	28
4.4.2 小指标管理 .....	29
4.4.3 生产调度会网络会议 .....	29
4.4.4 应急演练 .....	29
4.4.5 生产计划 .....	29
4.4.6 月度开停工检修计划 .....	29
4.4.7 文档管理 .....	30
4.4.8 票证管理 .....	30
4.4.9 安全检查 .....	30
4.4.10 隐患整改 .....	30
4.4.11 气/消防设备管理 .....	30
4.5 系统流程设计 .....	31
4.5.1 系统登录流程设计 .....	31
4.5.2 系统运行流程 .....	32
4.5.3 设备试运行流程设计 .....	33
4.5.4 小指标管理流程设计 .....	33



4.5.5 应急演练流程设计 .....	34
4.5.6 生产计划流程设计 .....	35
<b>4.6 系统数据库设计 .....</b>	<b>35</b>
4.6.1 概念模型设计 .....	36
4.6.2 数据库表设计 .....	37
<b>4.7 本章小结 .....</b>	<b>40</b>
<b>第五章 系统若干关键模块实现 .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 主界面实现 .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2 设备试运行子模块的实现 .....</b>	<b>41</b>
5.2.1 设备试运行填报 .....	43
5.2.2 工艺车间确认 .....	43
5.2.3 电气车间确认 .....	44
<b>5.3 生产计划子模块的实现 .....</b>	<b>45</b>
5.3.1 生产项管理 .....	46
5.3.2 生产计划查询 .....	46
<b>5.4 隐患整改子模块的实现 .....</b>	<b>47</b>
5.4.1 基础类型管理 .....	47
5.4.2 隐患台账管理 .....	48
<b>5.5 系统数据库的实现 .....</b>	<b>49</b>
5.5.1 数据库连接池 .....	49
5.5.2 数据库的优化 .....	50
5.5.3 数据库操作类 .....	51
<b>5.6 本章小结 .....</b>	<b>52</b>
<b>第六章 系统测试 .....</b>	<b>53</b>

---

6.1 系统测试概述 .....	53
6.2 测试环境 .....	54
6.3 测试内容 .....	55
6.3.1 硬件测试 .....	55
6.3.2 软件测试 .....	56
6.3.3 功能性测试 .....	57
6.3.4 可用性测试 .....	59
6.3.5 压力测试 .....	60
6.4 测试结果分析 .....	60
6.5 本章小结 .....	62
第七章 总结与展望 .....	63
7.1 总结 .....	63
7.2 展望 .....	63
参考文献 .....	64
致谢.....	66

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Research Background and Significance .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Present Status at Home .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 SIS overview .....	2
1.2.2 Supervisory Information System .....	3
<b>1.3 Main Contents of this Dissertation.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Organization Structure of this Dissertation.....</b>	<b>4</b>
<b>Chapter 2 Introduction to Related Technologies .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Systems Development Mode .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 System Architecture Mode.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Development Technology .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Database Technology.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 System Modeling Language .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Summary .....</b>	<b>11</b>
<b>Chapter 3 System Requirements Analysis .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 System Overview.....</b>	<b>12</b>
3.1.1 System Objective .....	12
3.1.2 System User .....	12
3.1.3 System Development Requirements .....	13
<b>3.2 Functional Requirements Overview .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 System Feature Overview .....	14
3.2.2 User Role Analysis .....	16
3.2.3 Use Case Descriptions .....	17

3.3 Performance Requirements Analysis.....	23
3.4 Summary .....	24
<b>Chapter 4 System Design .....</b>	<b>25</b>
4.1 Design Principles.....	25
4.2 Architecture Design .....	26
4.3 Network Design.....	26
4.4 Function Module Design .....	28
4.4.1 Equipment Commissioning.....	28
4.4.2 Indicators Management.....	29
4.4.3 Production Scheduling Conferencing .....	29
4.4.4 Emergency Drills .....	29
4.4.5 Production Schedule .....	29
4.4.6 Monthly Production Schedule.....	29
4.4.7 Document Management .....	29
4.4.8 Ticket Management .....	30
4.4.9 Security Checks .....	30
4.4.10 Risk Rectification.....	30
4.4.11 Fire-fighting Equipment Management.....	30
<b>4.5 System Process Design .....</b>	<b>31</b>
4.5.1 Login Process Design .....	31
4.5.2 Operational Process .....	32
4.5.3 Operational Process Commissioning .....	33
4.5.4 Index Management Module Design.....	33
4.5.5 Emergency Drills Process Design.....	34

4.5.6 Production Schedule Process Design.....	35
<b>4.6 System Database Design.....</b>	<b>35</b>
4.6.1 Conceptual Model Design.....	36
4.6.2 Database Table Design .....	37
<b>4.7 Summary .....</b>	<b>41</b>
<b>Chapter 5 Implementation of Some Key System Modules .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1 Main Interface Module .....</b>	<b>42</b>
<b>5.2 Equipment Commissioning Module.....</b>	<b>42</b>
5.2.1 Equipment Commissioning Report.....	44
5.2.2 Craft Workshop Confirmed .....	44
5.2.3 Electrical Workshop Confirmed .....	45
<b>5.3 Production Schedule Module.....</b>	<b>46</b>
5.3.1 Production Project Management.....	47
5.3.2 Production Planning Query .....	47
<b>5.4 Risk Rectification Module.....</b>	<b>48</b>
5.4.1 Basic Type Manage.....	48
5.4.2 Hidden Ledger Management.....	49
<b>5.5 Database Implementation .....</b>	<b>50</b>
5.5.1 Database Pool.....	50
5.5.2 Database Optimization.....	51
5.5.3 Database Operations .....	52
<b>5.6 Summary.....</b>	<b>53</b>
<b>Chapter 6 System Test.....</b>	<b>54</b>
<b>6.1 System Test Introduction.....</b>	<b>54</b>

<b>6.2 Testing Environment .....</b>	<b>55</b>
<b>6.3 Testing Type .....</b>	<b>56</b>
6.3.1 Hardware Testing .....	56
6.3.2 Software Testing .....	57
6.3.3 Functional Testing .....	58
6.3.4 Serviceability Testing .....	60
6.3.5 Stress Test .....	61
<b>6.4 Test Evaluation .....</b>	<b>61</b>
<b>6.5 Summary .....</b>	<b>63</b>
<b>Chapter 7 Conclusions and Prospects .....</b>	<b>64</b>
7.1 Conclusions.....	64
7.2 Prospects.....	64
<b>References .....</b>	<b>65</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>67</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 项目研究背景和意义

节能降耗作为国家的大政方针，是“十一五”计划的约束性目标。而热电厂作为高能耗企业，节能降耗任务更为艰苦，也尤为重要。节能降耗于国家来说是节约不可再生资源，于企业来说是降本增效<sup>[1]</sup>。在同样的市场竞争条件下，只有低成本才能带来高效益，才能在激烈的竞争中立于不败之地。

新疆独山子石化公司热电厂共有生产装置为 6\*220t/h 煤粉锅炉 6 台，2\*25MW、2\*50MW 汽轮发电机 4 台，有化学、燃料、除灰、脱硫装置机热网、减温减压、给水、除氧等辅助系统。管理体系包含厂领导、机关科室、各车间三个主要层次<sup>[2]</sup>。公司以“适应市场、顾客至上、志在创优、竭诚服务”为经营宗旨，正在大力推进信息化进程。目前企业生产装置都实现了集中控制，其他控制连锁系统主要由 DCS、DEH、PLC、ETS、FSSS 构成，管理系统有 ERP 设备管理平台，HSE 管理平台、班组核算系统等。

然而，热电厂中与生产相关一些系统建立时间较早，虽然在功能上不断的完善，但已不能很好的满足实际需求，存在诸多问题：生产系统与管理系统也不互连，信息孤岛问题非常严重；很多生产相关的工作主要依托论坛进行发布通告，无法及时的给生产决策者提供基础数据分析、查询统计、汇总上报等功能；全局报表需要人手工抄表完成，工作量大，不便于生产装置效率实时计算，也不便于管理人员全面掌控总体生产经营状况，生产经营管理效率低下<sup>[3]</sup>。

生产受控管理系统可以通过性能计算进行寻优来优化机组的运行，在保证机组安全可靠的基础上，能够大大提高发电厂生产运行管理水平，使机组运行在最佳经济状态，进而达到节能降耗的目的。因此，非常有必要在电厂实施生产受控管理系统<sup>[4]</sup>。

热电厂生产受控管理系统的研发具有重大的意义：

- 1、各生产装置生产数据互连，可以使运行人员及时掌控生产运行参数和设备运行状态，合理优化运行方式，避免各自为战，可以使生产管理掌控全局，指

挥得当，避免事故，提高生产过程管理的效率，提高安全、经济性<sup>[5]</sup>。

2、管理系统之间数据互连、信息共享，可以极大减少管理人员报表工作量，提高效率，节约人力资源。

3、生产系统管理系统互连，可使全场生产经营信息共享，便于领导随时监控全厂生产经营状况，提供决策依据，以便做出正确的决策，使热电厂的生产经营管理水平得到极大的提高。

## 1.2 国内研究现状

进入二十世纪九十年代中后期，国际上先进国家的流程工业企业（包括电力行业）迅速向信息化发展，提出了制造执行系统（MES）的概念，形成了 MES+ERP 的企业信息化模式。但是，在我国电力系统的发电企业，并没有直接采用 MES 这种模式，而是提出了发电厂厂级监控信息系统的概念，简称为生产受控管理系统（Supervisory information system in plant level, SIS），并广泛应用于新建和改扩建发电厂，形成了 SIS+MIS 的发电厂信息化模式，当前我国发电厂厂级监控信息系统的建设和应用正进入高速发展阶段<sup>[1]</sup>。

### 1.2.1 SIS 的发展

1997 年底清华大学侯子良教授正式提出了火力发电厂生产受控管理系统（生产受控管理系统）的构想<sup>[2]</sup>，生产受控管理系统发展至今经过多次讨论和应用。自生产受控管理系统概念被提出以来，生产受控管理系统经历了一个从低级到高级，逐步完善的过程<sup>[2]</sup>。

为规范生产受控管理系统技术标准，电力行业热工自动化标准化技术委员会、国内知名专家和主要生产受控管理系统厂商联合编撰，并于 2005 年 6 月发布了具有行业标准规范的《火力发电厂生产受控管理系统技术条件》<sup>[6]</sup>，这标志着我国的热电厂生产受控管理系统正式走向了标准化，此标准规定了火力发电厂生产受控管理系统的应用功能、硬件和软件配置、系统安全和网络管理、文档资料以及验收等方面的基本技术要求<sup>[2]</sup>。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库